

А.Р. РУЗМЕТОВ, НТУ "ХПИ", г. Харьков

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ МАШИННО-РУЧНОЙ ГРУППОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРТИОННОСТИ ПОСТУПЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГРУППЫ

У даній статті поставлене завдання визначити ступень впливу змін у розмірах партій однотипних деталей типу "Штуцер", що послідовно поступають на робоче місце на кількісні й структурні зміни в груповій машинно-ручній технологічній операції. Дослідження проводилися з використанням програмного комплексу імітаційного моделювання виробничих процесів GPS.

In given article is delivered problem of the determination of changes influence of parties one-type details of the type "Carbine" that consecutively enter on worker place on the quantitative and structured changes of group machine - manual technological operation. The Studies were conducted with use the programme complex of simulation modeling of the production processes GPS.

Методика управління імітируемой технологической системой, по аналогии с реальной, содержит относительно постоянные и корректируемые части – то есть обладает относительной устойчивостью, что дает повод предложить ввести понятие типовой машинно-ручной технологической операции (МРТО). МРТО выполняется как во время подготовки цикла основной работы, так и во время её проведения (управление исполнительными узлами оборудования, измерения, укладывание деталей в тару и т.д.)

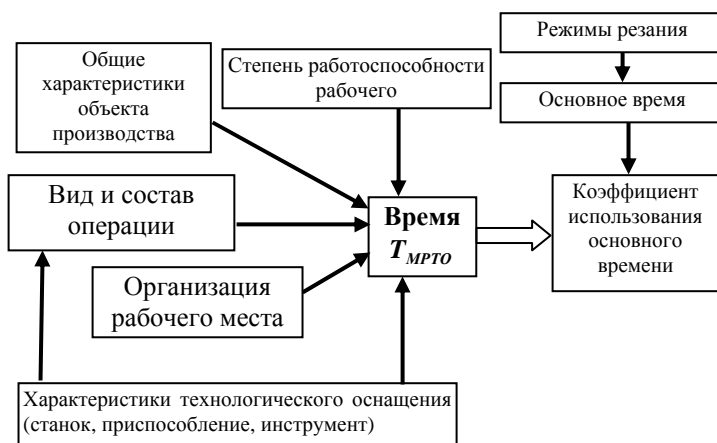


Рис. 1. Схема взаимодействия факторов, влияющих на величину затрат времени

Время выполнения типовой МРТО может быть определено по такой функциональной зависимости (1):

$$T_{MPTO} = f \left[\begin{matrix} D(m, G, F), EQT(MT(PO), PP(KI, KFix), BI, PI(Tc), CI), \\ SO(KO, KW(NS)), P(KF(T), S(T)), ORG(HTR, Sk, Plan) \end{matrix} \right], \quad (1)$$

где $D(m, G, F)$ – параметры, определяющие тип детали: масса (m), габариты (G), форма (F). Для детали, параметр, характеризующий габарит рассчитывается как соотношение наибольших сторон по базовым осям детали.

$SO(KO, KW(NS))$ – состав операции – параметры, определяющие вид и порядок работы: вид операции (KO), контур свойств ($KW(NS)$) вида вспомогательной работы для каждой поверхности (NS) на данной операции (согласно формулировки перехода);

$P(KF(T), S(T))$ – степень работоспособности рабочего по параметрам его физической ($KF(T)$) и информационной ($S(T)$) напряженности, зависящих от времени проведения операции (T) и влияющих на скорость реализации МРТО;

$EQT(MT(PO), PP(KI, KFix), BI, PI(T), CI)$ – контуры свойств технологического оснащения: станка (MT), приспособления ($PP(KI, KFix)$), способа установки (KI) (основная и вспомогательные технологические базы), закрепления ($KFix$), режущего ($PI(T)$), стойкости (T), измерительного (CI) и вспомогательного (BI), инструментов;

$ORG(HTR, Sk, Plan)$ – контуры свойств организации рабочего места: системы подъемно-транспортного оснащения (HTR), инвентаря (Sk), планировки ($Plan$).

Таким образом, состав факторов, влияющих на время выполнения операции подбирается с тем условием, чтобы:

$$T_{MPTO} \rightarrow \min \quad (2.8)$$

При этом нужно, чтобы коэффициент использования основного времени стремился к максимуму:

$$\eta_o = \frac{t_o}{T_{MPTO} + t_{отл}} \rightarrow \max$$

где $t_{отл}$ - время перерывов в работе, принимается как 5% от T_{MPTO} .

Исследования проводились для условий сверлильной операции обработки комплексной детали типа "Штуцер" (рис. 3) при использовании

вертикально –сверлильного станка (рис. 4) с применением группового переналаживаемого приспособления и набора сменных комплектов оправок к нему (рис. 5).

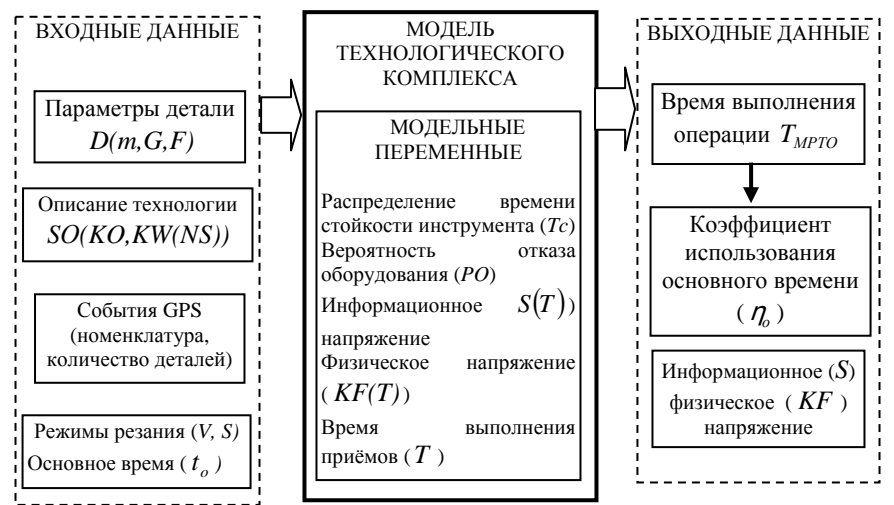


Рис. 2 Переменные имитационной модели работы технологического комплекса

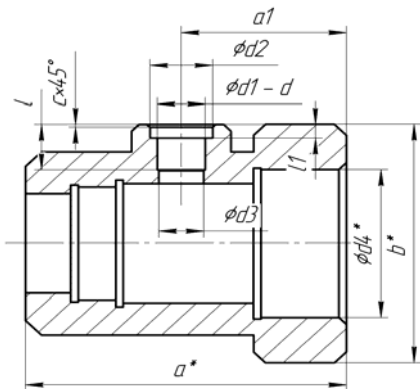


Рис. 3. Операционный эскиз комплексной детали где: a, b, a1, c, d, d1, d2, d3, d4, l, l1 – исполняемые размеры; * - размеры для справок

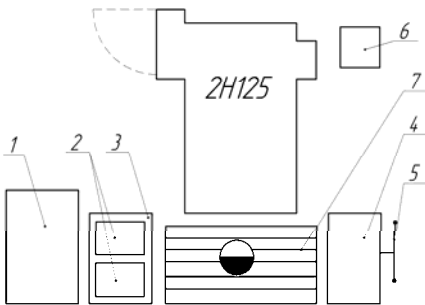


Рис. 4. Организация рабочего места сверловщика где: 1 – стеллаж-подставка; 2 – тара; 3 – столик приёмный; 4 – тумбочка инструментальная двухсекционная; 5 – планшет для чертежей; 6 – стеллаж для приспособлений; 7 – решетка под ноги

Для выделения влияния факторов партионности (N) и технологической сложности обработки детали были исключены неопределенности, связанные со стойкостью и надежностью работы оборудования.

Таблица 1

Состав операционной технологии

Операция:	Сверлильная;
Станок:	2Н125
Деталь:	XXXXX, габариты: а×b мм
Число одновременно устанавливаемых деталей	1 шт;
Способ установки (крепления)	Установка по диаметру с упором в торец, крепление гайкой;
Приспособление	Кондукторное групповое, набор сменных комплектов оправок
Организация рабочего места	Детали берутся и укладываются одной рукой в гнезда тары.
Переходы:	Инструмент
Центровать отверстие 1, выдержав размеры XX и a1;	РИ: сверло центровочное ØXX; ВИ: втулка кондукторная XXXX1;
Смена инструмента	ВИ: клин, молоток
Сверлить сквозное отверстие 1;	РИ: сверло Ød3; ВИ: втулка кондукторная XXXX2;
Смена инструмента	
Зенкеровать отверстие 1, выдержав размер l;	РИ: зенкер Ød1; ВИ: втулка кондукторная XXXX3; СИ: калибр-пробка Ød1, штанген-глубиномер
Смена инструмента	
Зенковать фаску с×45°;	РИ: зенковка ØXX; ВИ: втулка кондукторная XXXX4;
Цековать торец, выдержав размер lI;	РИ: торцевой зенкер Ød2; ВИ: втулка кондукторная XXXX4; СИ: калибр-пробка Ød2, штанген-глубиномер
Смена инструмента	
Развернуть отверстие 1, выдержав размер l;	РИ: набор разверток для Ød; ВИ: втулка кондукторная XXXX5; СИ: калибр-пробка Ød, штанген-глубиномер

При проведении исследований имитировалась работа технологического комплекса в среде GPS в течении смены. В результате работы модели были исследованы траектории кривых изменения значений времени выполнения операций ($T_{МРТО}$) в зависимости от системного времени (T) для всей номенклатуры деталей (рис. 6).

На основе этого получены закономерности, которые описывают зависимости значений коэффициента использования основного времени (η_o) от продолжительности работы технологического комплекса (T) и величин партий, поступающих в обработку деталей (N) каждого вида (табл. 3).

Таблица 2

Размерная таблица исследуемой группы

Деталь	Наличие параметров												
	d	d1	d2	d3	l	l1	c×45	a1	a*	b*	l3*	d*	t _о , мин
1	+	+	-	+	+	-	+	a ₁	a* ₁	b* ₁	l3* ₁	d* ₁	2,40
2	-	+	-	+	+	-	+	a ₁	a* ₁	b* ₁	l3* ₂	d* ₁	1,58
3	-	-	-	+	-	-	+	a ₁	a* ₂	b* ₁	l3* ₃	d* ₁	1,14
4	+	+	-	+	+	-	+	a ₁₂	a* ₃	b* ₂	l3* ₃	d* ₂	2,43
5	-	-	+	+	-	+	+	a ₁₂	a* ₄	b* ₂	l3* ₄	d* ₂	2,06

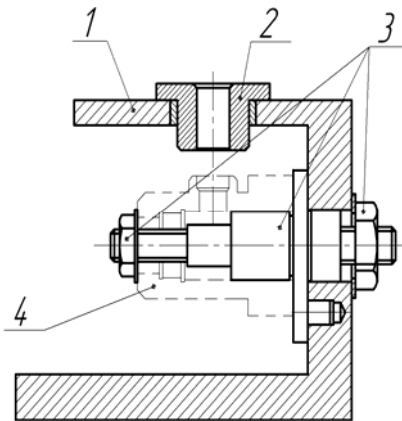


Рис. 5. Групповое перенастраиваемое приспособление где: 1 – корпус; 2 – сменная втулка; 3 – сменный комплект (оправка, элементы крепления и ориентирования); 4 – контур детали

Пусть $i = \overline{1, N_j}$, где i – номер детали в партии; j – номер партии из номенклатуры группы. Тогда время, затрачиваемое на отдельную партию:

$$T_{\text{парм } j} = \sum_{i=1}^{N_j} T_{\text{МРТО } j}(T_i) \quad (2)$$

Коэффициент использования основного времени относительно ко всей партии:

$$\eta_{o j} = \frac{N_j \cdot t_{o j}}{T_{\text{парм } j} - T_{\text{н.з.}}} \quad (3)$$

где $T_{\text{н.з.}}$ – время переналадки группового приспособления – принимается постоянным ввиду однородности метода установки и крепления сменной оправки.

Таблица 3

Детали	Зависимости	R ²
1	$T_{\text{МРТО}_1}(T) = -0,0003 \cdot T^3 + 0,015 \cdot T^2 - 0,279 \cdot T + 5,012$	0,9573
2	$T_{\text{МРТО}_2}(T) = -0,0001 \cdot T^3 + 0,0119 \cdot T^2 - 0,3304 \cdot T + 5,3763$	0,9951
3	$T_{\text{МРТО}_3}(T) = -0,00007 \cdot T^3 + 0,0087 \cdot T^2 - 0,3304 \cdot T + 5,4632$	0,987
4	$T_{\text{МРТО}_4}(T) = -0,0001 \cdot T^3 + 0,0113 \cdot T^2 - 0,2833 \cdot T + 5,3615$	0,9778
5	$T_{\text{МРТО}_5}(T) = -0,00001 \cdot T^3 + 0,0025 \cdot T^2 - 0,1402 \cdot T + 4,9343$	0,9687

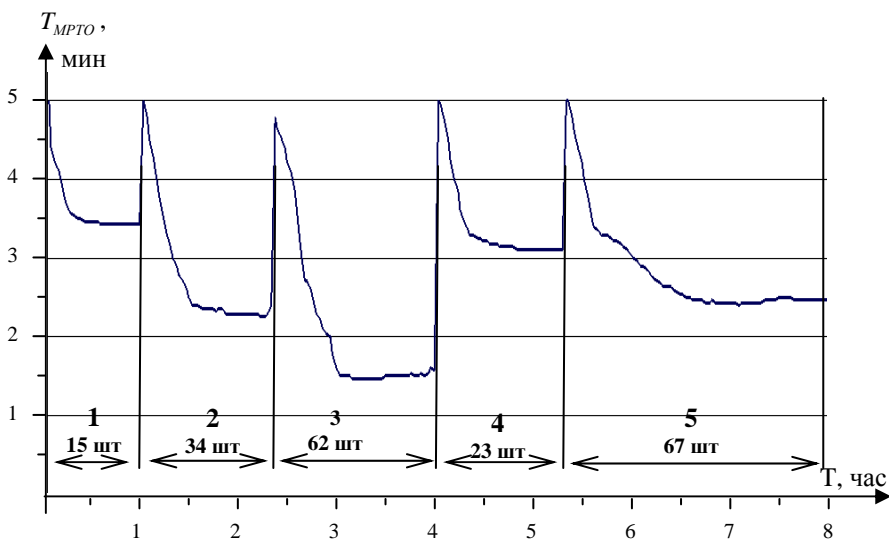


Рис. 7 Зависимость длительности выполнения операций ($T_{МРТО}$) от системного времени (T)

В результате получена аналитическая зависимость коэффициента использования основного времени от величины партии для данной группы деталей с коэффициентом аппроксимации $R^2 = 0,914$:

$$\eta_o(N) = 0,0333 \cdot N^3 - 0,2464 \cdot N^2 + 0,4802 \cdot N + 0,264 \quad (4)$$

Кривая имеет сложную форму и локальный минимум, что объясняется различной технологической комплексностью и трудоемкостью переходов на деталях группы: низкой – на 3-ей и 2-ой, и высокой – на 1-ой и 4-ой. Рост величины партии провоцирует рост кривой $\eta_o(N)$.

Список литературы: 1. Тимофієв Ю.В., Шелковой А.Н., Рузметов А.Р., Концур С.А. Аналитический подход к оценке временных характеристик рабочего места станочника // Високі технології в машинобудуванні. Збірник наукових праць – Харків: НТУ “ХПІ”.- 2002. - Вип.1. – С. 370 - 376. 2 Базовая система микроэлементных нормативов времени (БСМ-1) //Методические и нормативные материалы. М.: Экономика, 1989 г 3. Шелковой А.Н., Рузметов А.Р. Классификация задач формализации перемещений рабочего на основе анализа его психофизиологических характеристик //Високі технології в машинобудуванні: Збірник наукових праць – Харків: НТУ “ХПІ”.- 2004. - Вип., 2(9). – С. 270 - 275. 4. Шелковой А.Н., Рузметов А.Р. Представление трудового процесса в виде декларативных и процедурных знаний семантической сети С.72–76 // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технології в машинобудуванні. – Харків: НТУ “ХПІ”. - 2005.- №39. – С. 133 - 137. 5. Интегральная оценка работоспособности при умственном и физическом труде // Методические рекомендации. М.: Экономика, 1990 г.

Поступила в редколлегию 28.04.10